

新任教員紹介

光・画像工学科・講師 藤川知栄美

略歴

- 1968.11 香川県生まれ
- 1992.3 日本女子大学家政学部家政理学科一部物理系 卒業
- 1995.3 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科物性科学専攻 博士前期課程 修了
- 1998.3 豊田工業大学大学院工学研究科情報援用工学専攻 博士後期課程 修了
- 1999.4 豊田工業大学大学院工学研究科 ポストドクトラル研究員
- 2000.8 郵政省通信総合研究所 特別研究員
- 2001.4 東京工芸大学工学部光工学科 助手
- 2005.4 日本女子大学理学部数物科学科 助手
- 2006.4 現職



担当科目

光エレクトロニクス, 光通信工学, 半導体工学, 光工学基礎実験 I, II (共担), 問題発見ゼミナール (共担), レーザー物理特論, エネルギー工学特論

研究活動内容

コア拡大ファイバを用いたマイクロ光共振器の開発

インターネットの爆発的な発展とあいまって、ユビキタス社会実現へ向け、携帯電話、カーナビゲーションシステムから自宅のパーソナルコンピュータ、情報家電機器などをコントロールするなどさまざまな取り組みが始まっている。家庭内配線など端末付近でも光ファイバを用いた光通信技術が大きな役割を担うと考えられる。本研究では、構造が簡単な波長多重通信用の可変波長領域の広い高精度光フィルタとしてのファイバ・ファブリ・ペロ共振器型光デバイスに関する研究・開発を行うことを目的とした。

従来のファイバ・ファブリ・ペロ共振器型光フィルタは、シングルモード光ファイバを用い一方のファイバの端面に多層膜を施し、もう片方のファイバには端面から数 mm の場所に同様の反射膜を作成し、共振器を構成している (Fig.1(a)参照)。

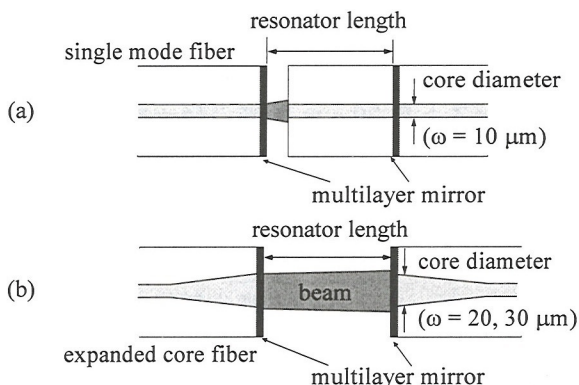


Fig.1 Structure of (a) conventional Fiber Fabry-Perot Interferometer and (b) Fabry-Perot Interferometer with Expanded Cores Fibers.

ファイバから出射した光ビームが回折により広がり効率が落ちることを防ぐため、共振器内に光ファイバを設けており、共振器長を大きく変えるには共振器内を異なるファイバ長にする必要があった。本研究では、Fig.1(b)に示すように自由に共振器長を変更することが可能であり、共振波長およびFSR (Free Spectral Range, ここでは共振波長の間隔)の制御が可能なコア拡大ファイバを用いたマイクロ光共振器を提案した。コア拡大ファイバを利用することにより、光ビームの回折を抑えることができ、共振器内にファイバを用いることなく共振器長 L を大きくすることができる。すなわち、可変波長領域を広くすることができる。

Fig.2 に作製したマイクロ光共振器の透過光強度の波長依存性を示す。共振器長を制御することにより、消光比 18.4 dB, 損失 13.7 dB, Finesse 16.84 以上で、FSR が広い範囲 3.7~25.2 nm まで可変であることを確認した。

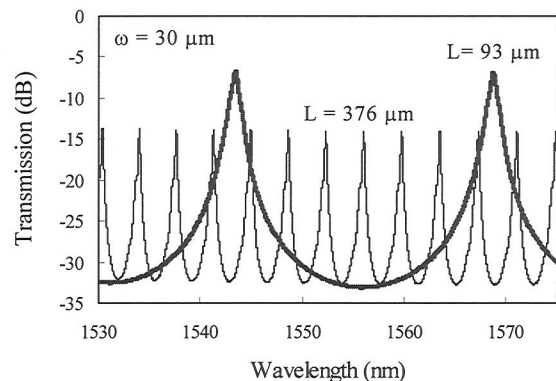


Fig.2 Transmission characteristics of Fabry-Perot Interferometer with Expanded Cores.

光フィルタとしての性能を向上するためには、さらに可変波長領域を大きくし、損失の低下および消光比の増加を図る必要がある。その対策として、ファイバ端面の凹面形状化を提案した。ファイバ端面研磨の際に、端面の曲率を制御することにより、端面間の損失を最小限にできると考えた。今後は、数値シミュレーション、デバイス製作からフィルタ特性を評価し、ファイバ端面の形状、加工精度、共振器長等の最適条件の検討が必要である。

[参考論文]

C. Fujikawa, T. Shintaku, Technical Digest of OPTICS IN ENGINEERING '03, Saariselkä, Finland, 7-9 August 2003 など

小型軟X線レーザの励起過程に関する研究

X線レーザは高輝度で指向性や単色性のよいコヒーレントなX線源であることから、半導体産業、医療分野ではX線光電子分光装置、X線顕微鏡の光源として、また内殻励起化学等新しい物質合成に関連する分野などで必要とされる強力なX線源として期待されている。本研究では、Alプラズマを媒質とする再結合X線レーザにおけるプラズマの物理的モデルの検討を行ない、軟X線遷移の増幅特性と関連させて、再結合プラズマ方式でのX線レーザの反転分布形成過程を理解することを目的とした。パルス列YAGレーザをAlターゲット上に線状集光することにより生成したAlプラズマの空間および時間分解分光計測を行ない、プラズマの密度・電子温度、励起状態占有密度を測定した。

プラズマの電子温度および励起準位の占有密度分布は、Li様Alイオンの共鳴線系列（波長2~5nm）のスペクトル線強度の測定から見積もることができる。本研究では、新たに提案した白色シンクロトロン放射光を用いた較正法とレーザ生成プラズマX線源と透過型回折格子分光装置を組み合わせた”その場”較正法の2種類の方法で、これまで困難とされていた軟X線領域における平面結像型斜入射分光装置の絶対感度を求めた。Fig.3に示すように、絶対感度較正した分光装置を用いて、利得の発生しているプラズマであることをX線ストリークカメラにて確認しながら、同時にLi様Alイオン共鳴線系列のスペクトル線強度の測定を行なった。ボルツマン分布をしていると考えられる共鳴線系列の主量子数の大きい高い励起準位の占有密度より電子温度を求めたところ、従来考えられていた温度よりもかなり低く約8eVであることがわかった (Fig.4 参照)。この結

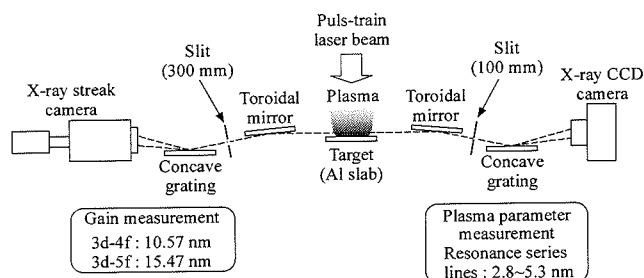


Fig.3 Schematic of experimental setup for the generation of the X-ray laser and the measurement of plasma parameters.

果はKawachiらの提案する二電子励起状態を考慮した新しい衝突・輻射モデルによるシミュレーション結果によく一致している。すなわち、これまで不完全であるとされてきた従来の衝突・輻射モデルに対し、二電子励起状態を考慮した新しい衝突・輻射モデルが再結合軟X線レーザの媒質であるプラズマの状態をよく記述しているモデルであることを実験的に検証した。今後は、新しいモデルを手がかりに効率的に反転分布を形成し大きな利得を発生させることが可能になると期待されている。

[参考論文]

C. Fujikawa, N. Yamaguchi, T. Kawachi, H. Oyama, T. Hara, K. Ando, Y. Aoyagi, Rev. Sci. Instrum., Vol.69 (8), 2849-2853 (1998), T. Kawachi, K. Ando, C. Fujikawa, H. Oyama, N. Yamaguchi, T. Hara, Y. Aoyagi, J. Phys. B - Atom. Mol. Opt. Phys., Vol.32 (3), 553-562 (1999) など

小型軟X線レーザを用いたμ-XPSの開発

X線レーザの応用研究として、波長15.47nm (Li様Alイオンの3d-4f線, $h\nu = 80.1\text{eV}$)において利得を得ている高繰り返し可能な小型X線レーザビームをX線源としたX線光電子顕微鏡システム(μ-XPS)を構築した。10Hz運転のパルス列YAGレーザを厚さ10μmのAlが蒸着されたターゲット上に長さ10mmの細い線状に集光しAlプラズマを生成する。焦点の長手方向からASE光を含んだX線を取り出す。取り出されたX線は15.47nm用Mo/Si多層膜を施されたシュヴァルツシルト型のX線ミラー(×1/224)で移動精度10nmのピエゾステージ上に設置した試料面上に集光される。このマイクロビームは直径0.45μm、光子数約 2×10^6 photons/shotであることを確認している。レジストを20μm間隔の格子状に転写したGaAs基板を試料として使い、GaAs面にマイクロビームをフォーカスしたところ、Gaの3dおよびAsの3d軌道からの光電子を直径279.4mmの半球面キャパシター型光電子エネルギー分析器にて検出することができた。また、試料を走査することにより、本システムの空間分解能は1.25μmであることを確認した。

[参考論文]

C. Fujikawa, N. Yamaguchi, T. Ohchi, T. Hara, K. Watanabe, I. Tanaka, M. Taguchi, Laser and Particle Beams, Vol.20, 39-42 (2002) など



Fig.4 Experimental and calculated excited level populations in a Boltzmann plot. The straight line corresponds to $T_e = 8\text{eV}$.